

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

QUALIFICAÇÃO TEXTURAL E ELEMENTAR DO MINÉRIO DE MANGANÊS DE GUAÇUÍ (ES)

Ualisson Donardelli Bellon¹ – ualisson.bellon@hotmail.com

José Helber Vinco¹ – josehelber1@gmail.com

Damaris Guimarães¹ – guimaraes.damaris@yahoo.com.br

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias

Resumo. A caracterização dos depósitos de materiais manganésíferos de Guaçuí (Espírito Santo) é de suma importância dada a sua aplicabilidade industrial. Para realizar as análises, coletou-se uma amostra do minério e realizaram-se análises macroscópicas e microscópicas de suas características texturais e estruturais de seus componentes minerais. Além disso, pastilhas foram preparadas para análise qualitativa elementar por Fluorescência de Raios X. A análise petrográfica indicou, a níveis macroscópicos, que se trata de um material coeso, poroso, com diferentes níveis de oxidação e hidratação, responsável por gerar compostos metálicos. A microscopia revelou microporosidades e superfícies anisotrópicas, com materiais de diferentes hábitos cristalinos fortemente alterados ou resultantes da lixiviação dos compostos iniciais. A Fluorescência de Raios X indicou não somente a presença do manganês (Mn) e o ferro (Fe), comumente encontrados nesse tipo de minério, mas também uma diversidade de elementos raros como o cobalto (Co) e o térbio (Tb). Sendo assim, uma melhor idealização de métodos que sejam mais adequados no beneficiamento desse material se torna possível, a partir da compreensão e exposição das características do minério.

Keywords: Materiais minerais, Química elementar, Análise petrográfica

1. INTRODUÇÃO

As ocorrências minerais do manganês no Espírito Santo são na forma de protominério e depósitos de enriquecimento supergênico (Menezes & Vieira, 2015). Nesse caso, esse se dá por processos de lixiviação em que a ação de um fluido solubilizante (a água) extrai seletivamente os constituintes químicos de um material geológico através da percolação, a qual é responsável por gerar materiais secundários de óxidos e hidróxidos metálicos. Esse material geológico, por sua vez, se trata de uma rocha com um mineral de nesossilicato de manganês (espessartita) e sílica (quartzo).

A caracterização dos depósitos de manganês é de suma importância, dada a sua aplicabilidade na indústria, principalmente nos processos metalúrgicos nos quais é utilizado na fabricação de ligas metálicas (cerca de 85% da produção do minério), sendo o restante empregado na fabricação de baterias e pilhas e na indústria química (Sampaio *et al.*, 2005 citado por Menezes & Vieira, 2015).

Os recursos minerais, como os minérios de manganês, são a fonte de matéria-prima para praticamente todos os ramos da ciência, engenharia e tecnologia, de forma que a identificação de jazimentos minerais e toda a fase de pesquisa mineral se mostram fatores essenciais para a sustentação e crescimento da sociedade.

Nesse sentido, a realização de análises que identifiquem e qualifiquem o minério estudado, usufruindo de métodos de separação e concentração, são indispensáveis já que os resultados contribuirão na previsão do comportamento de um material durante o beneficiamento (Porphírio; Barbosa & Bertolino, 2010). Além disso, a caracterização química está relacionada a uma mineração eficaz e otimizada, propiciando realizar a distribuição química dos elementos presentes na amostra, permitindo assim identificar os compostos de interesse e conhecer o valor econômico do minério.

2. METODOLOGIA

A amostra foi coletada de maneira aleatória em um perfil de alteração típico, localizado no distrito de São Miguel do Caparaó, no município de Guaçuí, no Sul do Estado do Espírito Santo. Dessa amostra, foram realizadas análises químicas e texturais.

Em laboratório, foi utilizada uma marreta de ferro envolvida em papel e material plástico (a fim de evitar qualquer contaminação) para desfragmentar o material (colocado sobre uma superfície plástica), por meio de consecutivos golpes. Cuidadosamente coletado, o material fragmentado foi homogeneizado por meio de quarteamento. Usufruindo de um moinho de panela devidamente higienizado, o material foi cominuído por quinze minutos. O material cominuído passou então por peneira vibratória de forma a selecionar o particulado de granulometria inferior a 325 *mesh*. O minério processado foi pesado e, em seguida, encaminhado para secagem em estufa a 50 °C, até que a massa pesada fosse estável, indicando dessa forma a completa perda do material volátil. Findada essa fase, separou-se uma fração de 8,0 g (gramas) do material, que foram misturados a 1,6 g de ligante industrial (amido de milho) e masserados com um pistilo num almofariz de ágata. A mistura foi então inserida em uma matriz metálica polida e levada a uma prensa hidráulica, onde uma massa de 10000 kg (quilogramas) exerceu uma força sobre a amostra por um período de sete minutos, gerando finalmente as pastilhas para a análise química de Fluorescência de Raios-X.

A análise qualitativa dos elementos químicos maiores e menores (em termos de concentração) foi realizada em função dos elementos totais em um Espectrômetro *Bruker-S8-Tiger*.

As análises texturais foram realizadas mediante a uma amostra de proporções macroscópicas, sendo que as características analisadas referentes à textura, às estruturas e à composição mineralógica aparente foram descritas. Os mesmos parâmetros foram analisados com uma lupa de diferentes aumentos (vinte e quarenta vezes a proporção real).

3. RESULTADOS

3.1 Análises texturais petrográficas

O minério analisado é um material coeso, de cores acinzentadas foscas e pontualmente amareladas, com porções de brilho metálico, terroso e vítreo. Apresenta estruturas de microporos, de dimensões inferiores a 1 mm (milímetro), que perfazem os contatos entre cristais visíveis a olho nú, com granulação também inferior a 1 mm. Sua dureza é inferior ao quinto grau da *Escala de Mohs*, propriedade que pode ser verificada pelo fato do aço riscar sua superfície. Quando atirada contra uma superfície de cerâmica, o traço deixado tem coloração cinza-amarelado, com poucas evidências de cores avermelhadas. Os minerais componentes apresentam quase nenhuma simetria visível e sua formação de baixa perfeição cristalina caracterizam-nos como anédricos, havendo quase nenhum cristal visível de simetria perfeita (euédrica). O hábito do material varia juntamente com a coloração a qual a porção arremete: as partes de brilho metálico acinzentado são maciças ou globulares, enquanto que as porções mais amareladas são completamente anédricas a amigdaloidais. Os poucos cristais de maior simetria observados são de quartzo, sendo incolores e sem clivagem aparente. A reação da amostra com peróxido de hidrogênio a dez volumes gera efervescência e aumento na temperatura dessa.

Sob lupa de aumento, em uma visada de vinte e uma visada de quarenta vezes o tamanho real, é possível observar uma textura microgranular porosa, em que se destacam claramente superfícies de tons que tendem ao cinza metálico ou aos tons mais foscos. Há sinuosidades e depressões súbitas que geram espaços de forma geométrica em toda a superfície do material. Em alguns pontos, é visível também a existência de cristais simétricos acinzentados, com pequenas crostas de alteração em superfície (Figura 1).

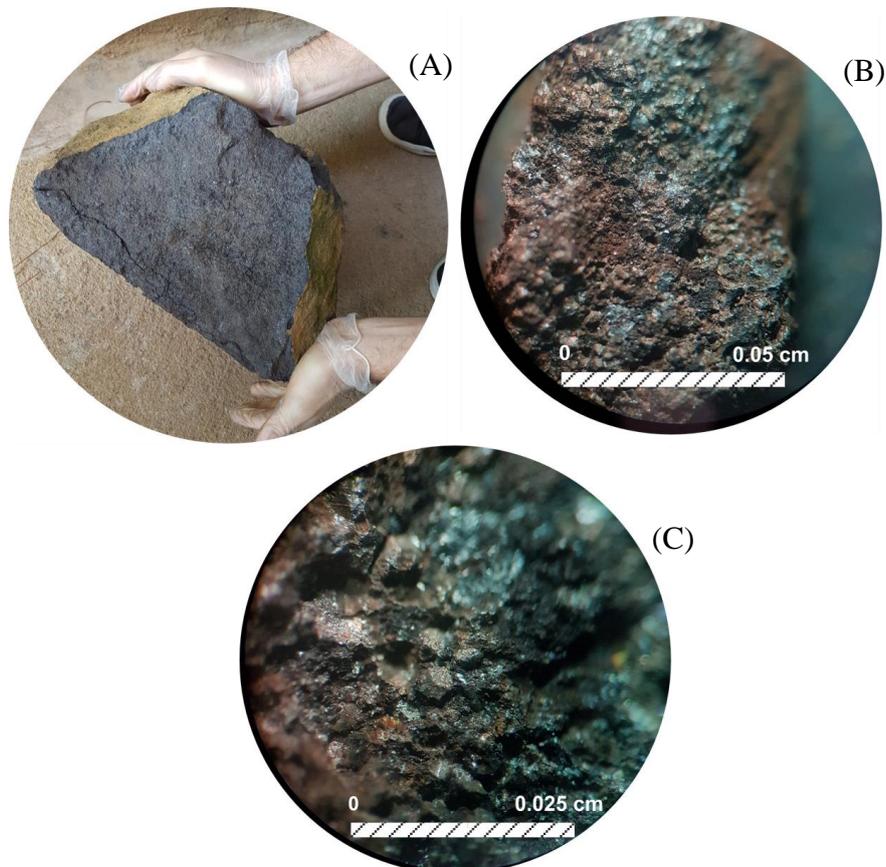


Figura 1. Amostra de minério retirada do depósito mineral (A); material fragmentado sob lente de aumento (B) e vista sobre cristais de maior simetria (C).

3.2 Análise qualitativa elementar por Fluorescência de Raios-X

Dos metais detectados, o único da família dos metais alcalinos foi o potássio (K). Os metais alcalinos terrosos são representados na amostra por magnésio (Mg), cálcio (Ca), estrôncio (Sr) e bário (Ba). Além desses, também se detectou a presença de outro metal representativo: o alumínio (Al). Os metais de transição analisados foram titânio (Ti), vanádio (V), cromo (Cr), manganês (Mn), ferro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), zinco (Zn) e zircônio (Zr). Destaca-se a presença do elemento terra rara térbio (Tb), pertencente a família dos lantanídeos. Dos ametais, detectou-se silício (Si), fósforo (P), enxofre (S) e cloro (Cl).

Dos elementos detectados, parte se concentra geoquimicamente no grupo dos elementos menores (encontrados geralmente em concentrações de 0,1% e 1% na Crosta Terrestre), sendo seus constituintes o Mn, Ti, P, Cl e o S. Dos elementos químicos maiores (cuja concentração na Crosta Terrestre é superior a 1%), os indivíduos representantes são: Si, Al, Fe, Mg, Ca e K e deve-se destacar a ausência do sódio (elemento químico que é muito comum na distribuição dos componentes naturais de materiais rochosos). O grupo em que mais elementos foram detectados é o dos traço (aqueles que ocupam distribuição inferior a 0,1% na Crosta Terrestre), sendo seus representantes na amostra o Sr, Ba, V, Cr, Ni, Zn, Zr, Co e o Tb.

3. DISCUSSÕES

Para discutir o significado dos resultados obtidos por essa pesquisa é necessário frisar que esse material mineral é o resultado de processos de alterações físico-químicas atuantes em uma rocha inicial. Considerando que a composição mineral original fosse principalmente espessartita (silicato de manganês) e quartzo (sílica), tem-se que o intemperismo causado por percolação de água num meio com pH ácido e Eh oxidante lixiviaria a sílica da espessartita e do quartzo, deixando apenas os elementos químicos menos móveis sob essas condições, os quais, ao realizarem novas ligações, puderam gerar o minério estudado (Biondi, 2003). Tais processos de alteração são os prováveis responsáveis por gerar as estruturas porosas e microporosas encontradas no material, de forma que o carreamento físico dos cristais mais euédricos gerou cavidades lisas em formas geométricas, restando poucos exemplares desses cristais que resistiram às condições ambientais.

As diferentes cores e brilhos encontrados na amostra (Figura 2) provavelmente remetem a distintos compostos minerais, uma vez que a cor que se observa é uma resposta da reflexão do espectro de luz eletromagnético, sendo que cada material, dependendo de sua estrutura cristalina, reflete e refrata a luz de forma particular (Danna, 1976). As porções translúcidas e de brilho vítreo podem ser claramente discernidas como quartzo e são constatadas pelo hábito, dureza e fraturas que se formam em padrões conchoides característicos desse mineral (Klein, 2012). As partes que se destacam por cores acinzentadas e brilho metálico intenso são provavelmente concentrações de pirolusita (MnO_2). Essa suposição baseia-se nos seguintes fatos: o material original que sofreu alteração era rico nesse metal e houve efervescência ao se adicionar peróxido de hidrogênio na amostra. Essa reação ocorre porque o dióxido de manganês (MnO_2) diminui a energia de ativação da decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em água e gás carbônico, atuando dessa forma como um catalisador da reação (Voll, 2008). Já as partes de coloração amarelada (pontualmente avermelhadas) devem estar relacionadas a acúmulos de hidróxidos, uma vez que minerais formados por compostos que geralmente possuem essa coloração exibem também o traço amarelado, observado ao atritar o material contra cerâmica (Klein, 2012).

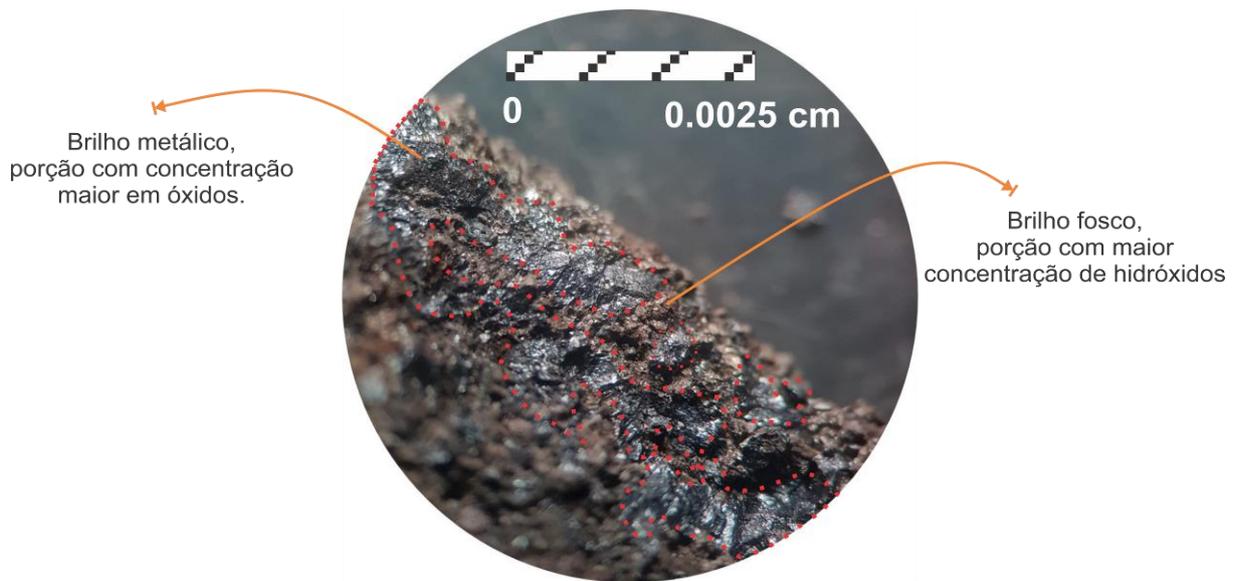


Figura 2. Variação de cor e brilho em distintas porções da amostra, sob lente de aumento de quarenta vezes, destacando as anisotropias do material metálico.

Todos os elementos químicos detectados na amostra são aqueles que não foram lixiviados pela percolação de água em ambiente ácido e oxidante. É importante salientar que esse estudo não tratou do teor desses elementos químicos no minério, mas os caracterizou quanto a sua composição qualitativa. Entretanto, algumas implicações do estudo desse material permitem teorizar que a concentração de alguns elementos químicos como o silício (Si), o potássio (K) e o fósforo (P) provavelmente se encontram em baixas concentrações, uma vez que teriam sido removidos do sistema pelos processos intempéricos. O ferro (Fe), por formar óxidos e camadas de alteração sob as condições propostas (Biondi, 2003), deve ser um representante importante nos teores desse minério. Apesar da diversidade de elementos menores e traço ser maior na amostra frente aos demais, esses não devem integrar grandes teores no somatório total dos componentes do minério, já que são elementos que ocorrem a baixas proporções (Figueiredo & Ibañez, 2009). À exceção dessa suposição está o manganês, uma vez que, levando em consideração os fatores genéticos e a análise macroscópica, compõe a maior parte do material estudado. Esses resultados vão ao encontro dos estudos petrológicos realizados por Menezes & Vieira (2015) desse minério.

Porém, alguns desses elementos merecem destaque devido a sua mera detecção. Isto é, uma vez que o limite de detecção da Fluorescência de Raios-X é de concentrações superiores a 0,1% da amostra, a identificação de elementos traço já indica que esses se encontram em porcentagens superiores a de sua ocorrência natural nos meios terrestres. Enfatiza-se entre esses o cobalto (Co) e o térbio (Tb), ambos de rara aparição nas mineralizações crustais (Biondi, 2003).

4. CONCLUSÕES

Mediante a esse estudo, foi possível constatar que o material mineral estudado é um sólido poroso, exibindo uma superfície que mescla componentes óxidos e hidróxidos de metais, em que a estrutura cristalina macroscópica é anédrica ou apresenta baixa simetria. Seus constituintes minerais mais prováveis são óxidos e hidróxidos de manganês e resquícos

de quartzo que resistiram à alteração química. Seus componentes elementares abrangem uma grande gama de metais e ametais, principalmente os metais de transição, em que se pode destacar a diversidade de elementos menores e traço. A ocorrência de alguns elementos específicos, como o cobalto e o térbio, garantem ao minério uma atenção especial de igual importância ao manganês. Uma vez realizadas tais análises petrográficas e químico-elementares, o próximo passo é desvendar a composição mineralógica específica e a verificação do teor dos elementos químicos encontrados, por meio de Difratometria de Raios-X e Espectrometria de Massa, respectivamente.

A compreensão e divulgação das características do minério estudado permitem um melhor planejamento dos métodos que são mais adequados no sucesso do beneficiamento desse material. Dessa forma, é possível contribuir no montante de conhecimento sobre esse importante recurso mineral passível de exploração na região de Guaçuí, de modo a fomentar a economia do município e de todo o sul do estado, visto a representatividade do setor minerador do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- Biondi, J.C. *Sistema mineralizador laterítico (residual e/ou supergênico)*. In: J.C. Biondi. Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros. São Paulo: Oficina de Textos, 2003, cap. 6, p. 377-423.
- Danna, J.D., *Manual de mineralogia*, Editora Livro Técnico e Científico, 1976. 460p.
- Figueiredo, B.C; Ibañez, H.C. *Geomedicina no Paraná*. 1ª Ed. Cap. 1. SETI IPPP MINEROPAR: Paraná, 2009. Pg. 4-28.
- Klein, C; Dutrow B. *Manual de Ciência dos Minerais. 23 ED. Bookman, 2012.*
- Menezes, Ricardo Gallart ;Vieira, Valter Salino; Menezes, Ricardo Gallart de (Org.) *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais*. Belo Horizonte: CPRM, 2015.
- Phorphírio, N.M; Barbosa, M.I.M; Bertolino, L.C. *Tratamento de Minérios*. 5ª Ed. Cap. 3 (Parte I). Centro de Tecnologia Mineral: Rio de Janeiro, 2010. Pg. 57-84.
- Sampaio, J.A.; Andrade, M.C. De; Dutra, A.J.B.; Penna, M.T.M. Manganês. In: Luz, A.B. Da; Lins, F.A.F. (Ed.). *Rochas e minerais industriais: usos e especificações*. Rio de Janeiro: CETEM, 2005c. p. 515-530.
- Voll, F.A.P. *Decomposição do peróxido de hidrogênio sobre catalisadores de paládio*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

APÊNDICE A

TEXTURAL AND ELEMENTAL QUALIFICATION OF THE MANGANSE ORE OF GUAÇUÍ (ES)

Abstract. *The characterization of the deposits of manganese materials of Guaçuí (Espírito Santo) is of paramount importance given its industrial applicability. To carry out the analyzes, a sample of the ore was collected and macroscopic and microscopic analyzes of its textural and structural characteristics of its mineral components were carried out. In addition, pellets were prepared for elemental qualitative analysis through X-ray Fluorescence. The petrographic analysis indicated, at macroscopic levels, that it is a cohesive, porous material with different levels of oxidation and hydration, responsible for generating metallic compounds. Microscopy revealed microporosities and anisotropic surfaces, with materials of different crystalline habits heavily altered or resulting from the leaching of the initial compounds. X-Ray Fluorescence indicated not only the presence of manganese (Mn) and iron (Fe), commonly found in this type of ore, but also a diversity of*

rare elements such as cobalt (Co) and terbium (Tb). Therefore, a better idealization of methods that are more adequate in the processing of this material becomes possible, from the understanding and exposition of the characteristics of the ore.

Keywords: *Mineral materials, Elemental chemistry, Petrographic analysis*